8. Silina A. V. Features of the functioning of environmental controlling in the framework of the implementation of the strategy of sustainable development of the enterprise // *Economic and management issues*. 2016. № 4-1(6). P. 37-39.

9. Ulanova I. A., Efimova N. B. Methodological foundations of the implementation of environmental management in modern conditions: monograph. Volgograd: Volgogradsky GAU, 2015. 128 p.

10. Ulanova I. A., Efimova N. B. Evaluation of meliorative measures during the ecological rehabilitation of aquatic bioresources // *Izvestia of the Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: science and higher professional education*. 2020. № 1 (57). P. 134-147.

11. Adaptive management in the U.S. National Wildlife Refuge System: Science-management partnerships for conservation delivery / C. T. Moore [et al.] // *Journal of Environmental Management*. 2011. № 92. P. 1395-1402.

12. Williams B. K. Adaptive management of natural resources: framework and issues // *Journal of Environmental Management*. 2011. № 92. P. 1346-1353.

Author's Information

Efimova Natalia Borisovna, docent of the Department « Land management, cadastres and ecology» of the Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), candidate of economic Sciences, docent, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5785-9321_efimova_84.08@mail.ru

Ulanova Irina Alekseevna, docent of the Department « Land management, cadastres and ecology» of the Volgograd State Agrarian University (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave., 26.), candidate of economic Sciences, docent, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5955-2043_irina301170@yandex.ru

Информация об авторах

Ефимова Наталья Борисовна, доцент кафедры «Землеустройство, кадастры и экология» Волгоградского государственного аграрного университета (ПФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), кандидат экономических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5785-9321_efimova_84.08@mail.ru

Уланова Ирина Алексеевна, доцент кафедры «Землеустройство, кадастры и экология» Волгоградского государственного аграрного университета (ПФ, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), кандидат экономических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5955-2043_irina301170@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-41

INFLUENCE OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF ADVANCED IRRIGATION METHODS ON THE PRODUCTIVITY OF VEGETABLE CROPS IN THE LOWER VOLGA REGION

M.P. Meshcheryakov¹, D.A. Bolotin², E.G. Meshcheryakova¹, V.A. Vedeneeva³

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

²*All-Russian Institute of Irrigated Agriculture, Volgograd*

³*Federal Scientific Center for Agroecology, Melioration and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd*

Received 19.05.2021

Submitted 20.10.2021

Summary

The research is carried out and the results of the influence of the selected irrigation regime on the yield of sweet pepper with effective methods of drip and intra-soil irrigation in the conditions of the Volga-Akhtuba floodplain are presented. The optimal threshold of the lowest moisture capacity is determined, at which the maximum productivity indicators of the studied vegetable crop are achieved.

Abstract

Introduction. In the Volgograd region, as in many regions of Russia, despite the presence of fertile soils and a favorable temperature regime sufficient for vegetation, it is impossible to effectively farm without irrigation due to the arid climate. Geneticists and agricultural breeders are constantly searching for ways to solve this problem, for example, by creating drought-resistant varieties of crops, in-

cluding vegetables, but the fundamental factor that guarantees a stable yield remains irrigation. The demand of plants for water depends on the type and variety of the cultivated crop, the growing season, the climatic zone of cultivation, etc. During irrigation, in order to achieve maximum productivity and quality of the grown product, increase economic efficiency, water losses for evaporation, the speed and contour of moisture distribution in the soil profile, environmental safety, energy and labor costs for the installation and operation of irrigation systems should be taken into account. Due to the complexity and multi-aspect nature of this problem, scientists-meliorators are constantly searching for optimal techniques and technologies for irrigation of vegetable crops. New combined irrigation systems are being developed based on the most effective methods of drip and intra-soil irrigation. **Object.** In the field, research was carried out on the operation of drip irrigation systems and subsurface irrigation on crops of sweet pepper of the «Volzhanin» variety. The experimental site with an area of 1 ha was located in the Sredneakhtubinsky district of the Volgograd region. **Materials and methods.** When writing the article, we used scientific materials and publications devoted to the study of effective irrigation systems. Implementation of the experimental part was carried out in stages: design of the irrigation system, installation, operation. Experimental studies were conducted at the production stage in accordance with generally accepted methods. **Results and conclusions.** A comparative assessment of productivity indicators of sweet pepper depending on irrigation methods while maintaining the pre-irrigation humidity threshold at the levels of 70% HB, 80% HB and 90% HB allows us to conclude that the use of progressive irrigation methods – drip and intra-soil in the conditions of the Volga-Akhtuba floodplain, most effectively affects the yield of sweet pepper of the «Volzhanin» variety while maintaining the pre-irrigation humidity threshold at the level of 80%HB with a watering rate of 257 m³ / ha, 262 m³ / ha for Drip irrigation and Intra-soil irrigation, respectively.

Key words: pepper, drip irrigation, water consumption coefficient, intra-soil irrigation, pre-irrigation humidity threshold, yield.

Citation: Meshcheryakov M.P., Bolotin D.A., Meshcheryakova E.G., Vedeneeva V.A. Influence of the technological process of advanced irrigation methods on the productivity of vegetable crops in the Lower Volga Region. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 411-421 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-41.

Author's contribution. The authors of this study collected material, analyzed the received data and wrote the paper.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.674:631.17

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПЕРЕДОВЫХ СПОСОБОВ ПОЛИВА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

М. П. Мешчеряков¹, кандидат технических наук, доцент

Д. А. Болотин², научный сотрудник

Е. Г. Мешчерякова¹, ассистент

В. А. Веденеева³, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

²Всероссийский НИИ орошаемого земледелия, г. Волгоград

³Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 19.05.2021

Дата принятия к печати 20.10.2021

Актуальность. В Волгоградской области, как и во многих регионах России, несмотря на наличие плодородных почв и благоприятный температурный режим, достаточный для вегетации растений, из-за засушливого климата невозможно вести эффективное земледелие без орошения. Ученые генетики, агрономы-селекционеры ведут постоянный поиск путей

решения этой проблемы, например, создавая засухоустойчивые сорта сельскохозяйственных культур, в том числе и овощных, но основополагающим фактором, гарантирующим устойчивую урожайность, остается полив. Потребность растений в воде зависит от вида и сорта возделываемой культуры, периода вегетации, климатической зоны выращивания и др. [13]. При орошении с целью достижения максимальных показателей урожайности и качества выращенного продукта, повышения экономической эффективности должны учитываться потери воды на испарение, скорость и контур распределения влаги в почвенном профиле, экологическая безопасность, энерго- и трудозатраты на монтаж и эксплуатацию систем полива [2, 3, 5]. Ввиду сложности и многоаспектности данной проблемы ученые-мелиораторы ведут постоянный поиск оптимальных техник и технологий орошения овощных культур. На основе наиболее эффективных способов полива капельного (КП) и внутрипочвенного (ВП), разрабатываются новые комбинированные системы орошения [1, 4]. **Объект.** В полевых условиях были проведены исследования работы систем КП и ВП на посевах сладкого перца сорта «Волжанин». Опытный участок площадью 1 га располагался в Среднеахтубинском районе Волгоградской области. **Материалы и методы.** При написании статьи использовались научные материалы и публикации, посвященные изучению работы эффективных оросительных систем. Реализация экспериментальной части проводилась поэтапно: проектирование оросительной системы, монтаж, эксплуатация. Экспериментальные исследования проводились на производственном этапе в соответствии с общепринятыми методиками. **Результаты и выводы.** Сравнительная оценка показателей продуктивности сладкого перца в зависимости от способов орошения при поддержании предполивного порога влажности на уровнях 70 % НВ, 80 % НВ и 90 % НВ позволяет сделать вывод о том, что применение прогрессивных способов полива – капельного и внутрипочвенного в условиях Волго-Ахтубинской поймы наиболее эффективно сказывается на урожайности сладкого перца сорта «Волжанин» при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ с нормой полива 257 м³/га, 262 м³/га для КП и ВП соответственно.

Ключевые слова: *капельное орошение перца, коэффициент водопотребления, внутрипочвенный полив перца, урожайность перца.*

Цитирование. Мещеряков М. П., Болотин Д. А., Мещерякова Е. Г., Веденеева В. А. Влияние технологического процесса передовых способов полива на продуктивность овощных культур в Нижнем Поволжье. *Известия НВ АУК.* 2021. 4(64). 411-421. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-41.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Эффективное использование пойменных земель Нижнего Поволжья с целью выращивания качественной сельскохозяйственной продукции и получения стабильно высоких урожаев невозможно без применения ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий орошения: капельного и внутрипочвенного. Особенно нуждаются в поливе влаголюбивые овощные культуры, к таким относится и сладкий перец [10, 12].

Территория Волго-Ахтубинской поймы – это участок суши, общая площадь которого более 2 млн га, климат засушливый континентальный, почвы полупустынной зоны преимущественно светло-каштановые и бурые солонцеватые. Несмотря на наличие двух крупных водных артерий – рек Волги и Ахтубы, – в результате техногенного вмешательства, строительства в верховьях Волги гидроэлектростанций произошло понижение уровня воды и сократились объемы весенних паводковых влагозарядов почвы, соответственно это обусловило необходимость расширения строительства оросительных систем в регионе [7, 11].

Проблема засоления орошаемых почв требует внимательного отношения к уровню их влагообеспеченности и требует дробной подачи воды малыми поливными нормами. Именно КП и ВП позволяют эффективно решать, наряду с другими, и эти задачи [8].

Внедрение эффективных технико-технологических решений полива позволяет увеличивать качество плодов перца и его продуктивность. Данная работа должна проводиться поэтапно: проектирование оросительной системы, монтаж, эксплуатация [6, 9].

Этап проектирования систем КП и ВП (рисунок 1) предусматривает расчет и обоснование предполагаемых основных элементов сети орошения: поливных трубопроводов, систем очистки воды, насосного оборудования и др., с учетом выбранного участка и его характеристик, таких как почвенные, климатические, гидрологические, топографические, учет местоположения и особенностей водоисточника.

Рисунок 1 – Этап проектирования оросительных систем

Figure 1 – Design stage of irrigation systems

Этап монтажа предполагает установку магистрального и распределительного трубопровода, для КП прокладку капельных водовыпусков, для ВП внутрипочвенных увлажнителей, установку насосного оборудования, запорной арматуры, автоматических средств контроля и т.д. (рисунок 2).

Рисунок 2 – Этап монтажа спроектированной оросительной системы

Figure 2 - Installation stage of the designed irrigation system

На этапе эксплуатации (рисунок 3) оросительных систем осуществляется полив сельскохозяйственных культур, при необходимости с оросительной водой вносят удобрения, с целью предотвращения отказов и аварийных ситуаций производится диагностика, обслуживание и ремонт конструктивных элементов сети. Работа поливных систем имеет сезонный характер, после сбора урожая частично демонтируется и помещается на консервацию.

Соблюдение алгоритма действий, предусмотренных каждым этапом, гарантирует создание эффективных и надежных в эксплуатации систем капельного и внутрипочвенного полива.

Вода с растворенными в ней питательными элементами, поглощаемая растением, обеспечивает его стабильный рост и развитие, оказывает влияние на обменные процессы, фотосинтез, дыхание и продуктивность возделываемой культуры.

Целью данного исследования было изучение работы систем капельного и внутрипочвенного полива на посевах сладкого перца сорта «Волжанин».

Для достижения поставленной цели нами были проведены опытно-производственные и лабораторные исследования.

Рисунок 3 – Этап эксплуатации оросительной системы

Figure 3 - Stage of irrigation system operation

Материалы и методы. На участке с системой КП от распределительного трубопровода отходят одиннадцать поливных полиэтиленовых труб ($D=36$ мм, $L=100$ м) с капельными водовыпусками, которые проложены на расстоянии 120 см друг от друга. При ВП поливной трубопровод ($D_{\text{наруж.}}=40$ мм, $D_{\text{внут.}}=36$ мм, $L=100$ м) был также выполнен из полимерного материала перфорированного в шахматном порядке (D отверстий 1,5 мм). Трубы укладывались таким образом, чтобы направление перфорации было боковым, под ними прокладывался экран, изготовленный из полиэтиленовой пленки шириной 40 см, для предотвращения быстрой фильтрации воды в нижние горизонты почвы. Над увлажнителями размещался экран из полиэтиленовой пленки шириной 30 см, препятствующий их заилению. Вдоль всей длины поливного трубопровода проложен выравниватель водного потока в виде армированной газонаполненной пленки (толщина около 0,3 см) пленки.

Схема посадки сладкого перца на участке с КП 90 x 30 x 40 (62,5 тыс. шт. на га), а с ВП 40x40 (62,5 тыс. шт. на га). На двух опытных участках предполивные пороги влажности поддерживали на уровне 70 % НВ, 80 % НВ и 90 % НВ, при этом нормы полива, при которых проводились исследования, составили для КП 118 м³/га, 257 м³/га и 340 м³/га, а для ВП – 125 м³/га, 262 м³/га и 358 м³/га.

Результаты и обсуждение. В результате исследований было установлено, что уровень влажности почвы существенно влияет на количество плодов на растении (их среднее значение менялось от 6,1 до 7,0 шт.) и массу. Вес одного плода при КП увеличился с 0,127 кг до 0,144 кг, а при ВП – с 0,120 кг до 0,136 кг. При этом общая масса

плодов на растении при КП увеличилась на 0,190 кг, а при ВП – на 0,140 кг отметим, что максимальные показатели отмечались при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость показателей продуктивности сладкого перца при КП и ВП от уровня предполивной влажности почвы

Table 1 – Dependence of indicators of productivity of sweet pepper at KP and VP on the level of pre-irrigation soil moisture

Показатель продуктивности/ Productivity indicator	Уровень предполивной влажности почвы для различных вариантов опыта, % НВ / Pre-irrigation soil moisture level for different experiment options, % HB					
	КП / Drip irrigation			ВП / Intra-soil irrigation		
	70	80	90	70	80	90
Масса одного плода, кг / Weight of one fruit, kg	0,127	0,144	0,135	0,120	0,136	0,132
Количество плодов на одном растении, шт. / Number of fruits per plant, PCs.	6,4	7,0	6,6	6,1	6,4	6,3
Общая масса плодов на одном растении, кг / Total weight of fruit per plant, kg	0,81	1,0	0,89	0,73	0,87	0,83

Таблица 2 – Показатели урожайности сладкого перца при КП и ВП в зависимости от уровня предполивной влажности почвы, т/га

Table 2 – Indicators of sweet pepper yield at CP and VP depending on the level of pre-irrigation soil moisture, t / ha

Способ полива / Irrigation method	Пред-поливная влажность почвы, % НВ / Pre-irrigation soil moisture, % HB	Количество растений на гектар, тыс.шт. / Number of plants per hectare, thousand PCs.	Урожайность, т/га / Yield, t / ha	Изменение урожайности перца при увеличении влагообеспеченности / The change in the yield of pepper by increasing the water supply	
				т/га, t / ha	%
КП / Drip irrigation	70	62,5	50,6	-	-
	80	62,5	62,5	11,9	23,5
	90	62,5	55,6	5	9,9
НСП _{0,5} / SSD _{0,5}			0,35		
ВП / Intra-soil irrigation	70	62,5	45,6	-	-
	80	62,5	54,4	8,8	19,3
	90	62,5	51,9	6,3	13,8
НСП _{0,5} / SSD _{0,5}			0,26		

Из анализа данных таблицы 2 видно, что наибольшие показатели урожайности сладкого перца наблюдаются при поддержании влажности в корнеобитаемом слое почвы на уровне 80 % НВ как при капельном, так и при внутрпочвенном способе полива. Среднее значение прироста по годам исследований при КП составило 11,9 т/га, а при ВП 8,8 т/га, по сравнению с вариантами с предполивным порогом влажности 70 % НВ, что соответственно составило 23,5 % и 19,3 %.

Проведенные нами исследования наглядно демонстрируют тот факт, что лучшие показатели урожайности плодов сладкого перца были достигнуты при режиме орошения с 80%НВ, при КП – 62,5 т/га, при ВП – 54,4 т/га, следовательно, эффективное распределение влаги в почвенном профиле осуществлялось при капельном поливе нормой 257 м³/га, а при внутрипочвенном – 262 м³/га (рисунки 4, 5).

Рисунок 4 – Распределение поливной нормы при капельном поливе

Figure 4 – Distribution of irrigation rate for drip irrigation

Рисунок 5 – Распределение поливной нормы при внутрипочвенном поливе

Figure 5 – Distribution of irrigation norm for intra-soil seeding

Выводы. Сравнительная оценка показателей продуктивности сладкого перца в зависимости от способов орошения при поддержании предполивного порога влажности на уровнях 70 % НВ, 80 % НВ и 90% НВ позволяет сделать вывод о том, что применение прогрессивных способов полива – капельного и внутрипочвенного – в условиях Нижнего Поволжья наиболее эффективно сказывается на урожайности сладкого перца сорта «Волжанин» при поддержании предполивного порога влажности на уровне 80 % НВ с нормой полива 257 м³/га, 262 м³/га для КП и ВП соответственно. Выбранная нами техника и технология полива не ухудшает физических свойств почвы, препятствует эрозивным процессам и засолению сельскохозяйственных земель, позволяет получать урожаи сладкого перца на уровне 45,6 т/га – 62,5 т/га при этом эффективно расходуется вода на полях орошения, экономятся трудовые и энергоресурсы.

Библиографический список

1. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Алгоритм решения задач управления водным режимом почвы при орошении сельскохозяйственных культур // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. № 1. С. 8-11.
2. Бородычев В. В., Лытов М. Н. Техничко-технологические основы регулирования гидротермического режима агрофитоценоза в условиях орошения // Научная жизнь. 2019. Т. 14. № 10 (98). С. 1484-1495.
3. Кирейчева Л. В., Карпенко Н. П. Оценка эффективности оросительных мелиораций в зональном ряду почв // Почвоведение. 2015. № 5. С. 587.
4. Магомедова Д. С., Курбанов С. А., Рамазанов Д. М. Интенсивная технология возделывания сладкого перца при капельном орошении в условиях Дагестана // Мелиорация и водное хозяйство. 2020. № 5. С. 12-16.
5. Максютов Н. А., Зоров А. А. Влияние основных факторов на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 8-10.
6. Мещеряков М. П., Тютюма Н. В. Повышение продуктивности овощных культур при применении природных сорбирующих материалов в системах водосберегающего орошения // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2014. № 1(18). С. 27-30.
7. Овчинников А. С., Боровой Е. П., Мещеряков М. П. Исследование природных сорбирующих мелиорантов при водосберегающем орошении // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 1. С. 3-7.
8. Овчинников А. С. Эффективность расходования оросительной воды при орошении овощных культур // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4 (48). С. 46-52.
9. Технологические приемы управления водным режимом почвы на лиманах Нижнего Поволжья / А. С. Овчинников, В. С. Бочарников, М. П. Мещеряков, О. В. Бочарникова, Е. Г. Мещерякова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 4 (52). С. 15-22.
10. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil / T. P. Alekseeva [et al.]. Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agri-Science Centre, Russian Academy of Sciences. 2017. V. 33. P. 85-91.
11. Bochkarev G. R., Pushkareva G. I. On a new natural sorbent for the extraction of metals from aqueous media // Physical and technical problems of mining. 1988. № 4. P. 46-51.
12. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions / A. Abdelkhalik [et al.] // Irrigation Science. 2020. № 38 (1). P. 89-104.
13. Lodhi A. S., Kaushal A., Singh K. G. Water use efficiency for sweet peppers // Best Management Practices for Drip Irrigated Crops. 2015. № 6. P. 251-260.

Conclusions. A comparative assessment of the productivity indicators of sweet pepper depending on the irrigation methods while maintaining the pre – irrigation threshold of humidity at the levels of 70% HB, 80% HB and 90% HB allows us to conclude that the use of progressive irrigation methods-drip and intra-soil irrigation in the conditions of the Lower Volga region, most effectively affects the yield of sweet pepper of the "Volzhanin" variety when maintaining the pre-irrigation threshold of humidity at the level of 80% HB with the irrigation rate of 257 m³/ha, 262 m³/ha for drip irrigation and intra-soil irrigation, respectively. The chosen irrigation technique and technology does not worsen the physical properties of the soil, prevents erosive processes and salinization of agricultural land, allows you to get yields of sweet pepper at the level of 45.6 t/ha – 62.5 t/ha, while effectively using water in irrigation fields, saving labor and energy resources.

References

1. Borodychev V. V., Lytov M. N. Algorithm for solving problems of soil water regime control during irrigation of agricultural crops // *Melioration and water management*. 2015. No. 1. P. 8-11.
2. Borodychev V. V., Lytov M. N. Technical and technological bases for regulating the hydro-thermal regime of agrophytocenosis in irrigation conditions // *Scientific life*. 2019. Vol. 14. No. 10 (98). Pp. 1484-1495.
3. Kireicheva L. V., Karpenko N. P. Evaluation of the efficiency of irrigation reclamation in the zonal row of soils // *Pochvovedenie*. 2015. No. 5. P. 587.
4. Magomedova D. S., Kurbanov S. A., Ramazanov D. M. Intensive technology of cultivation of sweet pepper under drop irrigation in the conditions of Dagestan // *Land reclamation and water management*. 2020. № 5. P. 12-16.
5. Maksyutov N. A., Zorov A. A. The influence of the main factors on the productivity of agricultural crops in drought conditions // *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2016. No. 5 (61). P. 8-10.
6. Meshcheryakov M. P., Tyutyuma N. V. Increasing the productivity of vegetable crops when using natural sorbing materials in water-saving irrigation systems // *Journal of Theoretical and applied problems of the agro-industrial complex*. 2014. No. 1(18). P. 27-30.
7. Ovchinnikov A. S., Borovoy E. P., Meshcheryakov M. P. Research of natural sorbing meliorants in water-saving irrigation // *Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education*. 2012. No. 1. P. 3-7.
8. Ovchinnikov A. S. Efficiency of irrigation water consumption in the irrigation of vegetable crops // *Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education*. 2017. № 4 (48). Pp. 46-52.
9. Technological techniques for managing the water regime of the soil on the estuaries of the Lower Volga region / A. S. Ovchinnikov, V. S. Bocharnikov, M. P. Meshcheryakov, O. V. Bocharnikova, E. G. Meshcheryakova // *Proceedings of the nizhnevolzhsky agro-University complex: science and higher professional education*. 2018. № 4 (52). Pp. 15-22.
10. Assessment of effectiveness of zeolite in acceleration of oil degradation in soil / T. P. Alekseeva [et al.]. Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, Branch of the Siberian Federal Agri-Science Centre, Russian Academy of Sciences. 2017. V. 33. P. 85-91.
11. Bochkarev G. R., Pushkareva G. I. On a new natural sorbent for the extraction of metals from aqueous media // *Physical and technical problems of mining*. 1988. № 4. P. 46-51.
12. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions / A. Abdelkhalik [et al.] // *Irrigation Science*. 2020. № 38 (1). P. 89-104.
13. Lodhi A. S., Kaushal A., Singh K. G. Water use efficiency for sweet peppers // *Best Management Practices for Drip Irrigated Crops*. 2015. № 6. P. 251-260.

Author's Information

Meshcheryakov Maxim Pavlovich, Associate Professor of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave, 26), Candidate of Technical Sciences, E-mail: maks-sln@yandex.ru.

Bolotin Dmitry Aleksandrovich, Research Assistant of the All-Russian Institute of Irrigated Agriculture (400002, Volgograd, Timiryazev St., 9), E-mail: da.bolotin@yandex.ru.

Meshcheryakova Elena Gennadyevna, Assistant of the Department «Applied Geodesy, Nature Management and Water Use» of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volgograd State Agrarian University» (Russia, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave, 26), E-mail: ale-sn@yandex.ru.

Vedeneeva Varvara Aleksandrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Research Assistant of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, (Russia, 400062, Volgograd, Universitetskiy Ave, 97), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6623-6062>, e-mail: vedeneeva-v@vfanc.ru.

Информация об авторах

Мещеряков Максим Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры "Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26.), E-mail: maks-sln@yandex.ru.

Болотин Дмитрий Александрович, научный сотрудник отдела оросительных мелиораций ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия (400002, Россия, г. Волгоград, ул. Тимирязева, 9), E-mail: da.bolotin@yandex.ru.

Мещерякова Елена Геннадьевна, ассистент кафедры "Прикладная геодезия, природообустройство и водопользование" федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, Россия, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), E-mail: alesn@yandex.ru.

Веденева Варвара Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН (400062, Россия, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6623-6062>, E-mail: vedeneva-v@vfanc.ru.

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-42

THEORY AND DIGITAL TECHNOLOGIES OF INTELLECTUAL SUPPORT FOR DECISION-MAKING TO INCREASE THE BIO-PRODUCTIVITY OF AGROEKOSYSTEMS BASED ON NEURAL NETWORK MODELS

K.E. Tokarev, A.Yu. Rudenko, V.A. Kuzmin, A.N. Chernyavsky

Volgograd State Agrarian University

Received 22.04.2021

Submitted 28.11.2021

Acknowledgments: *The reported study was funded by RFBR, project number 20-116-50027*

Abstract

Introduction. According to the «Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation» and within the framework of the «Digital Agriculture» program, in the coming years, one of the priority areas of development is the transition to a highly productive agricultural and aquaculture industry. The main direction of scientific and technological development in agriculture is to increase the biological productivity of agroecosystems through the development and implementation of intelligent decision support systems that implement neural network models that reflect real processes of crop cultivation. The relevance of the authors' scientific review of methods, algorithms and digital technologies implemented on the basis of neural networks is due to the systematization of approaches to increasing the biological productivity of agricultural systems based on operational monitoring of crops using satellite and unmanned aerial vehicle images. The purpose of the work is to review domestic and foreign scientific research in the field of intellectual decision support to increase the productivity of agricultural production based on neural network models, as well as present the results of our own software developments. **Materials and methods.** The authors carried out a structural-semantic analysis and synthesis of classical and modern approaches to increasing the productivity of agroecosystems, based on the mathematical and instrumental apparatus of neural networks and intelligent decision support. **Results and conclusions.** The results of the work of the developed software systems (Programs for EFM No. 2019665010, 2020663063, 2020666192, 2020663315) are presented for intelligent decision support based on multilayer neural networks, deep machine learning methods, computer vision and digital technologies that allow real-time monitoring of crops using satellite and, obtained from unmanned aerial vehicles, aerial photographs. The results obtained can be used to construct hybrid neural network models of a modified architecture for solving problems of operational monitoring of agrocenosis in real time.

Key words: *digital agriculture, precision agriculture, artificial intelligence, neural network models, agroecosystem, environmental standards.*